

Сибири, Казахстана, Монголии, Беларуси и Болгарии: сб. науч. докл. XX Междунар. науч.-практ. конф. (г. Новосибирск, 04-06 октября 2017 г.). – Новосибирск: Изд-во Сибирского федерального научного центра агrobiотехнологий Российской академии наук (Краснообск), 2017. – С. 288-289.

References

1. Korosteleva N.I., Kondrashkova I.S., Rudishina N.M., Kamardina I.A. Biometriya v zhivotnovodstve. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2009. – 210 s.
2. Malofeev YU.M., Ryadinskaya N.I., Chebakov S.N. Morfologiya marala: monografiya. – Barnaul: RIO AGAU, 2014. – 106 s.
3. Melua N.K. Kompleksnaya sistema zashchity pantov maralov ot pantovoy mukhi // Sb. nauchn. tr. Tsent. nauch.-issl. labor. pant. olenev. – M., 1982. – T. 28. – S. 139-144.
4. Tishkova E.V. Seleksionno-geneticheskie faktory, vliyayushchie na produktivnye pokazateli maralov // Vestnik Buryatskoj gosudarstvennoj selskokhozyajstvennoj akademii im. V.R. Filippova. – 2018. – No 2 (51). – S. 75-81.
5. Yesmukhanbetov D.N. Nutrition of the Altai marals (*Cervus elaphus*) acclimatized to Trans-Ili Alatau (Northern Tianshan) // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2016. – 378 s.
6. Popov P.F., Lunitsyn V.G., Donchenko A.S., Ognev S.I. Altae-sayanskaya poroda maralov (mate-

rialy aprobacii plemennykh i produktivnykh kachestv) / RASKHN, Sib. otdelenie VNIPO. – Barnaul, 2007. – 115 s.

7. Bahtushkina A.I. O srokakh zarazheniya pantov maralov lichinkami pantovoy mukhi *Booponus borealis* Rohd. v khozyajstvakh Respubliki Altaj // Aktualnye problemy selskogo khozyajstva gornykh territorij: Mater. II mezhdunar. nauch.-praktich. konf. Gorno-Altajsk, 2009. – S. 62-64.

8. Rastopshina L.V., Kondrashkova I.S. Vzaimosvyaz massy syrykh pantov i vozrasta maralov altae-sayanskoj porody // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2016. – No. 11 (145). – S. 102-106.

9. Kazantsev D.A., Rastopshina L.V. Ekonomicheskaya ehffektivnost proizvodstva pantov v zavisimosti ot vozrasta i klassa maralov // Agrarnaya nauka – selskomu khozyajstvu: XIII Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya (15-16 fevralya 2018 g.). – Barnaul: RIO Altajskogo GAU, 2018. – Kn. 2. – S. 244-246.

10. Slobozhanin D.M. Razvitie maralovodstva i olenevodstva v Respublike Altaj // Agrarnaya nauka – selskokhozyajstvennomu proizvodstvu Sibiri, Kazakhstana, Mongolii, Belarusi i Bolgarii: sbornik nauchnykh dokladov XX Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (04-06 oktyabrya 2017 g.). – Новосибирск: Izd-vo Sibirskij federalnyj nauchnyj tsentr agrobiotekhnologij Rossijskoj akademii nauk (Krasnoobsk), 2017. – S. 288-289.



УДК 611.42

Л.В. Ткаченко
L.V. Tkachenko

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ КЛАПАНОВ ИНТРАОРГАНОГО ЛИМФАТИЧЕСКОГО РУСЛА ЛЕГКИХ КРОЛИКА ПРИ АЭРОЗОЛЬНОМ ВВЕДЕНИИ ПОРОШКООБРАЗНОГО ИНДИКАТОРА

MORPHOFUNCTIONAL SIGNIFICANCE OF VALVES OF INTRAORGANIC LYMPHATIC BED OF RABBIT LUNGS WHEN POWDERED AEROSOL INDICATOR IS INTRODUCED

Ключевые слова: интраорганное лимфатическое русло, лимфатические сосуды, клапан, легкое, кролик, порошкообразный индикатор.

Keywords: intraorganic lymphatic bed, lymphatic vessels, valve, lung, rabbit, powdered indicator.

Изучение морфофункциональных особенностей клапанов интраорганного лимфотока легких кролика остается актуальным. Мы исследовали этот вопрос при помощи аэрозольного введения мелкодисперсного порошкообразного индикатора. Использовали методы: регистрации животного; аэрозольного введения мелкодисперсного порошкообразного индикатора; эвтанази; патологоанатомического вскрытия; внутритканевой инъекции цветных масс; гистологического исследования, с изготовлением парафиновых срезов, последующим просветлением; анализом морфометрических и статистических данных. Интраорганное лимфатическое русло легкого взрослого кролика представляет собой сеть, где более мелкие сосуды соединяются между собой, с сосудами более крупного диаметра; участвуют в анастомозах. «Предшественник» клапана в виде складки стенки встречается в мелких лимфатических капиллярах, на долю таких сосудов приходится 10-15% (от всего объема лимфатического русла легких кролика). С увеличением диаметра сосуда меняется его стенка, за счет этого формируются полноценные клапаны, которые свисают в просвет сосуда. Клапаны на стенке сосуда располагаются на разном расстоянии, друг напротив друга или в шахматном порядке. Сосуды с клапанами составляют 5-10%. Функциональное напряжение лимфатического русла мы исследовали при помощи аэрозольного введения индикатора – угля активированного. После периода наблюдения продолжительностью 1 мес., движение индикатора по лимфоруслу паренхимы легкого имело свою четкую закономерность: накопление индикатора – его движение – стабилизация – движение частиц индикатора. В этот период происходили изменения физических, химических и иммунных показателей в паренхиме легких и во всем организме. Эти изменения напрямую влияют на стенку лимфатического сосуда любого диаметра, в том числе и с клапанами за счет нейрогуморальной регуляции. Нали-

чие клапанов в стенке лимфососуда легких позволяет адекватно отвечать на воздействия практически любой этиологии.

The study of morphofunctional features of the valves of intraorganic lymph flow in rabbit lungs remains a topical issue. This issue was studied by introducing finely dispersed powdered indicator. The following methods were used: animal record-keeping; aerosol introduction of finely dispersed powdered indicator; euthanasia; post-mortem examination; intra-tissual injection of stains; histological study with paraffin section preparation followed by clarification; the analysis of morphometric and statistical data. Pulmonary intraorganic lymphatic bed of an adult rabbit presents a network where smaller vessels interconnect; they are connected to larger vessels and involved in anastomoses. The “precursor” of the valve in a fold form is found in small lymphatic capillaries; such vessels account for 10-15% (of the total volume of the lymphatic bed of rabbit lungs). Vessel wall changes with increasing vessel diameter; that way fully functional valves are formed that hang into vessel lumen. The valves on the vessel wall are located at different distances, opposite one another or in staggered rows. The vessels with valves account for 5-10%. The functional stress of the lymphatic bed was investigated by aerosol introduction of the indicator – charcoal powder. After one month long observation, the indicator movement in the lymphatic bed of lung parenchyma had its distinct pattern: the accumulation of the indicator – its movement – stabilization – the movement of the indicator particles. During this period, there were changes in physical, chemical and immune indices in lung parenchyma and the total body. These changes directly affect the wall of a lymphatic vessel of any diameter, including vessels with valves, due to neurohumoral regulation. The presence of valves in the walls of lung lymphatic vessels enables to adequately respond to the effects of almost any etiology.

Ткаченко Лия Викторовна, д.б.н., доцент каф. анатомии и гистологии, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: rabota36@bk.ru.

Tkachenko Liya Viktorovna, Dr. Bio. Sci., Assoc. Prof., Chair of Anatomy and Histology, Altai State Agricultural University. E-mail: rabota36@bk.ru.

Введение

Вопрос о значении клапанов интраорганного лимфатического русла легких остается актуальным. Есть различные мнения относительно самого понятия «клапан». Так, В.В. Куприянов [1] утверждал, что клапаном в интраорганном лимфатическом сосуде можно считать складку стенки сосуда, состоящую из эндотелиоцитов, без наличия элементов соединительной ткани.

В более поздних работах А.И. Шведавченко и др. [2, 3], В.Н. Гончаков [4] высказывали мнение о том, что наличие соединительной ткани для клапана является обязательным. Эта дискуссия, на

наш взгляд, очень важна. Именно наличие клапана как самостоятельного морфофункционального элемента сосуда, а не выпячивание его стенки (не имеющей соединительнотканых элементов), есть один из признаков классификации интраорганного сосудов. Кроме того, в своих работах [5, 6] мы обращаем внимание на прямую связь между диаметром сосуда, наличием клапана и участием этого сосуда в лимфотоке.

На это указывали Г.Е. Брилли и др. [7], которые изучали прижизненный лимфоток в лимфатических микрососудах брыжейки крыс в условиях *in vivo*. Ученые пришли к выводу, что он зависит

от 20 взаимосвязанных параметров: диаметра микрососуда, фазной сократительной активности клапана (амплитуды фазных сокращений и частотой работы), количества форменных элементов в потоке лимфы, скорости лимфотока и т.д., то есть наличие клапанного аппарата влияет на функциональное значение сосуда.

Цель и задачи исследования – изучить морфофункциональные особенности клапана интраорганного лимфотока легких кролика при помощи мелкодисперсного порошкообразного индикатора.

Объекты и методы исследований

Исследования выполнялись в период 2005-2016 гг. на базе кафедры анатомии и гистологии ФГБОУ ВПО Алтайский ГАУ.

Объектом исследований послужили легкие от 56 взрослых клинически здоровых кроликов.

Методы исследований: регистрация животного по общепринятой методике, аэрозольное введение мелкодисперсного порошкообразного индикатора [8], эвтаназия животного [9], патологоанатомическое вскрытие [10], внутритканевая инъекция синей массой Герота и массой ТМК [11, 12], гистологические исследования, с изготовлением парафиновых срезов, просветлением в КОН и глицерине [13]. Полученные гистологические результаты изучали при увеличении в 100 раз, далее проводили анализ морфометрических и статистических данных [14].

Результаты исследований и их обсуждение

В результате произведенных исследований составили классификацию лимфососудов интраорганного русла легких. Оно (русло) представляет собой сеть, где более мелкие сосуды соединяются между собой, с сосудами более крупного диаметра, участвуют в анастомозах [15].

Считаем, что впервые «предшественник» клапана в виде складки стенки встречается в лимфатических капиллярах (диаметр сосуда 0,0041-0,006 мм). На долю таких сосудов приходится 10-15% (от всего объема лимфатического русла легких). С увеличением диаметра сосуда 0,0213-0,02 мм меняется и его стенка (она имеет внут-

реннюю, среднюю и наружную оболочки). За счет наличия соединительнотканых элементов и возможно формирование полноценного клапана. В таких сосудах клапаны имели вид выпячивания стенки в полость сосуда и свисали в его просвет. Ширина клапанов $0,043 \pm 0,04$ мм, длина $0,119 \pm 0,11$ мм (в месте прикрепления к стенке). Расположение клапанов на стенке сосуда: на разном расстоянии, друг напротив друга или в шахматном порядке. Сосуды с клапанами составляют 5-10%.

Функциональное напряжение лимфатического русла мы исследовали при помощи аэрозольного введения мелкодисперсного порошкообразного индикатора – угля активированного [5, 8].

Анализируя полученные результаты, отметили, что после введения индикатора и периода наблюдения продолжительностью 1 мес. движение частиц по лимфоруслу паренхимы легкого имеет свою четкую закономерность: накопление индикатора – его движение – стабилизация – движение частиц индикатора.

На наш взгляд, это явление можно объяснить следующим: после попадания индикатора в высокой концентрации в паренхиму легкого его частицы начинали двигаться из межклеточного пространства в корневые лимфокапилляры. Это вызывало повышение давления межклеточной жидкости, что согласуется с мнением В.И. Коненкова и др. [4].

Далее, в течение первого часа после ингаляции частицы диаметром менее 0,005 мм в небольшой концентрации доходили до регионарных лимфатических узлов легких и трахеи. Представленные факты совпадают с данными В.В. Куприянова и др. [16].

В период 6-12 ч после начала ингаляции началось массовое движение индикатора по лимфотоку по уже описанному принципу: движение – стабилизация – движение.

Именно это, на наш взгляд, вызывало изменения физических, химических и иммунных показателей как в паренхиме легких, так и во всем организме.

Основная функция клапана препятствие обратному току лимфы. Адекватность лимфооттока обеспечивается нейрогуморальным путем, он включает в себя в том числе и эндотелий – зависимый факторы, которые регулируют сократительную активность лимфатических сосудов и их клапанов. Это происходит за счет наличия в стенке лимфатического сосуда и его клапане чувствительных окончаний. Именно так осуществляется дренажно-детоксикационная функция лимфатической системы на регионарном уровне [17]. Кроме того, необходимо учитывать давление окружающей ткани, сокращения мышц подлежащих тканей и т.д. [16].

Заключение

Клапан интраорганного лимфатического сосуда легких является частью сложного нейрогуморального механизма. При массовом попадании мелкодисперсного порошкообразного ингалятора в легкие и длительном его пребывании в паренхиме клапан за счет эндотелий – зависимых факторов участвует в механизмах регуляции полноценного лимфотока.

Библиографический список

1. Куприянов В.В. Пути микроциркуляции. – Кишинев: Истина, 1969. – 260 с.
2. Шведавиченко А.И., Бочаров В.Я. О лимфатическом посткапилляре // Морфология. – 2007. – № 2. – С. 81-83.
3. Шведавиченко А.И. и др. Спорные вопросы о лимфатическом посткапилляре // Морфологические ведомости. – 2010. – № 2. – С. 105-107.
4. Коненков В.И., Бородин Ю.И., Любарский М.С. Лимфология. – Новосибирск: Изд-кий дом «Манскрипт», 2012. – С. 3-29, 48-58, 208, 326, 329, 344-412.
5. Прижизненная морфофункциональная оценка лимфатической системы легких и регионарных лимфатических узлов взрослого кролика при аэрозольном введении порошкообразного индикатора / В.К. Коновалов, Л.В. Ткаченко, А.Г. Сметанин, С.В. Тютюнников, Ю.М. Малофеев;

под ред. А.Г. Сметанина. – Барнаул: ГБОУ ВПО АГМУ. 2014. – 93 с. с ил.

6. Ткаченко Л.В., Малофеев Ю.М. Локализация мелкодисперсных порошкообразных частиц индикатора при аэрозольном введении в паренхиме легких кролика // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2018. – № 4 (162). – С. 150-154.

7. Брилли Г.Е. и др. Функциональная организация лимфатических микрососудов брыжейки крысы // Российский физиологический журнал. – 2001. – № 5. – С. 600-607.

8. Ткаченко Л.В. Визуализация частиц индикатора в лимфатических сосудах // Фундаментальные проблемы лимфологии и клеточной биологии: матер. X Междунар. конф. (г. Новосибирск, октябрь, 2011 г.). – Новосибирск, 2011. – С. 297-298.

9. Приказ Минздрава СССР от 12.08.1977 № 755 «О мерах по дальнейшему совершенствованию организационных форм работы с использованием экспериментальных животных». Правила проведения работ с использованием экспериментальных животных. – Режим доступа: <http://lawmix.ru/med/18609>.

10. Жаров А.В., Иванов И.В., Стрельников А.П. Вскрытие и патоморфологическая диагностика болезней животных. – М.: Колос, 2000. – 400 с.

11. Gerota D., Zur Technik der Lymphgefäß Injection, Anat. Anz. – 1896. – Bd. XII, Nr. 8. – S. 216-221.

12. Пат. № 2423702 Российская Федерация, МПК⁵¹ G01N33/49, A01N1/00, C09D4/02. Способ приготовления цветной массы для наливки сосудистой системы при анатомических исследованиях / Ткаченко Л.В., Малофеев Ю.М., Коновалов В.К., Тютюнников С.В.; заявитель и патентообладатель Ткаченко Л.В. – № 2010109950/15; заявл. 16.03.2010; опубл. 10.07.2011, Бюл. № 19. – 7 с.: ил.

13. Чумаков В.Ю. Лимфатическое русло сердца некоторых млекопитающих: учебное пособие. – Абакан: Изд-во Хакасского гос. ун-та им. Н.Ф. Катанова, 1997. – С. 5-9, 178-186, 315.

14. Автандилов Г.Г. Медицинская морфометрия: руководство. – М.: Медицина, 1990. – 384 с.

15. Ткаченко Л.В. Интраорганные лимфатические сосуды легких взрослого кролика // Известия Нижегородского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2012. – № 12. – С. 154-158.

16. Микролимфология / В.В. Куприянов и др. – М.: Медицина, 1983. – С. 51-174, 194, 202, 288.

17. Бородин Ю.И. Регионарный лимфатический дренаж и лимфодетоксикация // Морфология. – 2005. – № 4. – С. 25-28.

References

1. Kupriyanov V.V. Puti mikrotsirkulyatsii. – Kishinev: Istina, 1969. – 260 s.

2. Shvedavchenko A.I., Bocharov V.YA. O limfaticheskom postkapillyare // Morfologiya. – 2007. – No. 2. – S. 81-83.

3. Shvedavchenko A.I. i dr. Spornye voprosy o limfaticheskom postkapillyare // Morfologicheskie vedomosti. – 2010. – No. 2. – S. 105-107.

4. Kononov V.I., Borodin YU.I., Lyubarskiy M.S. Limfologiya. – Novosibirsk: Izdatelskiy dom «Manscript», 2012. – S. 3-29, 48-58, 208, 326, 329, 344-412.

5. Prizhiznennaya morfofunksionalnaya otsenka limfaticheskoy sistemy legkikh i regionarnykh limfaticheskikh uzlov vzroslogo krolika pri aehrozolnom vvedenii poroshkoobraznogo indikatora / V.K. Kononov, L.V. Tkachenko, A.G. Smetanin, S.V. Tyutyunnikov, Yu.M. Malofeev; pod red. A.G. Smetanina. – Barnaul: GBOU VPO AGMU. 2014. – 93 s. s ill.

6. Tkachenko L.V., Malofeev Yu.M. Lokalizatsiya melkodispersnykh poroshkoobraznykh chastits indikatora pri aehrozolnom vvedenii v parenkhime legkikh krolika // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2018. – No. 4 (162). – S. 150-154.

7. Brill G.E. i dr. Funktsionalnaya organizatsiya limfaticheskikh mikrososudov bryzheyki krysy // Rossiyskiy fiziologicheskiy zhurnal. – 2001. – No. 5. – S. 600-607.

8. Tkachenko L.V. Vizualizatsiya chastits indikatora v limfaticheskikh sosudakh // Fundamentalnye problemy limfologii i kletochnoj biologii: mater. X mezhd. konf. (Novosibirsk, oktyabr, 2011 g.). – Novosibirsk, 2011. – S. 297-298.

9. Prikaz Minzdrava SSSR ot 12.08.1977 № 755 «O merakh po dalneysheму sovershenstvovaniyu organizatsionnykh form raboty s ispolzovaniem ehksperimentalnykh zhivotnykh». Pravila provedeniya rabot s ispolzovaniem ehksperimentalnykh zhivotnykh. [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://lawmix.ru/med/18609>.

10. Zharov A.V., Ivanov I.V., Strelnikov A.P. Vskrytie i patomorfologicheskaya diagnostika bolezney zhivotnykh. – M.: Kolos, 2000. – 400 s.

11. Gerota D., Zur Technik der Lymphgefass Injection, Anat. Anz. – 1896. – Bd. XII, Nr. 8. – S. 216-221.

12. Pat. № 2423702 Rossiyskaya Federatsiya, MPK51 G01N33/49, A01N1/00, C09D4/02. Sposob prigotovleniya tsvetnoj massy dlya nalivki sosudistoj sistemy pri anatomicheskikh issledovaniyakh / L.V. Tkachenko, Yu.M. Malofeev, V.K. Kononov, S.V. Tyutyunnikov; zayavitel i patentoobladatel L.V. Tkachenko – 2010109950/15; 16.03.2010; opubl. 10.07.2011, Byul. No. 19. – 7 s.: il.

13. Chumakov V.Yu. Limfaticheskoe ruslo serdtsa nekotorykh mlekopitayushhikh: uchebnoe posobie. – Abakan: IZD-VO KHAKASSKOGO gos. un-ta im. N.F. Katanova, 1997. – S. 5-9, 178-186, 315.

14. Avtandilov G.G. Meditsinskaya morfometriya: rukovodstvo. – M.: Meditsina, 1990. – 384 s.

15. Tkachenko L.V. Intraorgannye limfaticheskie sosudy legkikh vzroslogo krolika // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professionalnoe obrazovanie. – 2012. – No. 12. – S. 154-158.

16. Mikrolimfologiya / V.V. Kupriyanov [i dr.]. – M.: Meditsina, 1983. – S. 51-174, 194, 202, 288.

17. Borodin Yu.I. Regionalnyj limfaticheskiy drenazh i limfodetoksikatsiya // Morfologiya. – 2005. – No. 4. – S. 25-28.

